

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям

Габдуллин М.Т.



Вопросы для проведения вступительного экзамена по образовательной программе докторантуры D097 «Химическая инженерия и процессы» по направлению 8D07101 «Химическая технология органических веществ»

На 2019-2020 учебный год

1. Наименование дисциплин и их основные разделы

- 1.1 Физико-химические методы анализа
- 1.2 Катализ в технологии органических веществ
- 1.3 Технология полимеров
- 1.4 Технология глубокой переработки углеводородного сырья

1.1 Физико-химические методы исследования

Спектроскопия в УФ/видимой области спектра. Основные характеристики электромагнитного излучения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Условия, при которых он выполняется, причины отклонения от него. Оптическая плотность и пропускание, связь между ними. Молярный и удельный коэффициенты поглощения, физический смысл, размерность, методы определения, от каких факторов они зависят. Выбор оптимальных условий при спектрофотометрировании (λ , l , C , A , растворитель, кюветы). Основные приёмы фотометрических определений. Методы градуировочного графика, молярного коэффициента поглощения и метода добавок. Переходы между электронными состояниями молекулы, разрешённые и запрещённые переходы, спектры с переносом заряда, батохромный (красный) и гипсохромный (синий) сдвиги, хромофорные и ауксохромные группы. УФ-спектры молекул с сопряженными связями.

Хроматография. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию фаз, механизму разделения. Характеристики элюиционной кривой. Время удерживания, объем удерживания, мертвое время, фактор удерживания. Качественный анализ на основании параметров удерживания. Количественный анализ. Методы абсолютной калибровки, внешнего стандарта, стандартных добавок, внутреннего стандарта. Источники погрешности, воспроизводимость измерений. Газовая хроматография, принцип и теоретические основы метода. Аппаратура для газовой хроматографии. Газы-носители, сорбенты, носители и требования к ним. Насадочные и капиллярные хроматографические колонки. Детекторы (ПИД, ДГП, УФ) и их основные характеристики. Хромато-масс-спектрометрия. Плоскостная хроматография (тонкослойная и бумажная), теоретические основы метода. Величина R_f (фактор удерживания). Факторы, на нее влияющие. Подложки, сорбенты, растворители для тонкослойной хроматографии (ТСХ). Методы детектирования хроматографических зон: УФ и химический.

ИК-спектроскопия. Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические

причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности. Характеристичные колебания функциональных групп. Интерпретация ИК спектров, примеры определения структур соединений по ИК спектрам. Пробоподготовка и запись ИК-спектров. Понятие о Фурье-преобразовании.

Спектроскопия ЯМР. Причины возникновения явления ЯМР. Ядра в магнитном поле и их экранирование электронами и химическим окружением. Химический сдвиг, единицы измерения. Определение структуры соединения по химическим сдвигам. Связь химического сдвига со структурой молекулы (влияние гетероатома, эффектов индуктивного и сопряжения, конформации и др.). Некоторые магнитно-активные ядра. Стандарты химических сдвигов. Химические сдвиги ^1H и ^{13}C . Зависимость от соседствующих атомов и связей, характерные значения. Причины спин-спинового взаимодействия. Пробоподготовка и запись спектров ЯМР, основные представления о приборах ЯМР-спектроскопии.

Масс-спектрометрия. Образование и вид масс-спектра. Молекулярные ионы, многозарядные и метастабильные ионы. Элементный состав ионов. Принципиальная схема масс-спектрометра. Хромато-масс-спектрометрия. Методы ионизации: электронная ионизация, химическая ионизация, электроспрей, лазерная десорбция. Основные характеристики масс-спектрометра: разрешающая способность, массовая область, способ развертки масс-спектра. Способы регистрации и представления масс-спектров. Процессы перегруппировки в масс-спектрометрии. Влияние различных методов ввода и ионизации на вид масс-спектра. Расшифровка масс-спектров. Стабильные изотопы и вычисление интенсивностей изотопных пиков. Определение молекулярного веса и элементного состава соединения по масс-спектру низкого и высокого разрешения.

1.2 Катализ в технологии органических веществ

Каталитические процессы. Катализаторы как химические соединения. Носители и промоторы катализаторов. Стационарные катализаторы и катализаторы в подвижном слое. Коксообразование и регенерация катализаторов. Катализаторы крекинга и рифоминга. Катализаторы алкилирования и изомеризации. Катализаторы каталитической дегидратации и дегидрогенизации и их регенерация. Катализаторы селективного окисления метана в синтез – газ. Очистка газов (обессеривание).

Новые и усовершенствованные катализаторы (КМЦУ-Б, Микроцеокар, ГМЦ, КО-9, ОГР-1, КО-9, R-56, ГКД-202П, ГП-497, ГП-544) используемые для переработки нефти и для нефтехимического синтеза. Влияние состава катализатора на переработку нефтяного углеводородного сырья и его механизм.

Каталитический крекинг: катализаторы и механизм, основные факторы процесса. Промышленные установки каталитического крекинга. Каталитический рорминг: катализаторы и механизм, основные факторы процесса. Аппаратура и оборудование установок каталитического риформинга. Каталитическая изомеризация, основы технологии, продукты.

Гидрогенизационные процессы. Катализаторы, механизм и основные факторы гидрогенизационных процессов. Гидроочистка дистиллятов: катализаторы и основные факторы процесса. Промышленные установки гидроочистки дистиллятного и остаточного сырья. Гидрокрекинг различных видов сырья.

Каталитическое алкилирование изобутана олефинами: основные факторы и промышленное оформление процесса. Полимеризация алкенов.

1.3 Технология полимеров

Современные вопросы теории и практики технологических процессов производства и переработки полимеров и полимерных материалов: пластмасс,

эластомеров, покрытий и волокон. Пластмассы - основа развития инфраструктуры и технологий будущего. Применение пластмасс в экологически чистых и экономичных средствах передвижения, в разработках для полимерной электроники и медицины.

Пластические массы на основе полимеров, получаемых реакцией полимеризации. Выбор метода проведения полимеризации. Полимеризация в газовой фазе, в массе, в суспензии и эмульсии, в среде органического растворителя, в твердой фазе. Характеристика этих способов. Полимеры непредельных алифатических углеводородов. Полиэтилен. Особенности технологических процессов их производства, влияние технологических параметров процесса на строение полиэтилена. Полипропилен. Перспективы развития производства полипропилена Полистирол. Влияние технологических параметров процесса на величину молекулярной массы и молекулярно-массовое распределение полистирола.

Полимеры галогенпроизводных непредельных углеводородов. Поливинилхлорид (ПВХ). Производство ПВХ полимеризацией винилхлорида в массе или блоке; в эмульсии и суспензии. Характеристика полиакрилатов. Исходное сырье и мономеры для производства полиакрилатов. Полимеризация акриловых кислот. Феноло-альдегидные полимеры. Характеристика сырья для олигомеров и полимеров.. Особенности процесса синтеза фенолоальдегидных полимеров. Механизм образования новолачных и резольных олигомеров.

Пластические массы. Особенности производства пресс-порошков. Волокниты. Технология производства, свойства и применение. Сложные полиэфиры. Характеристика этого класса полимеров. Особенности технологии производства полиэтилентерефталата. Ненасыщенные полиэфиры. Характеристика полимеров.. Основные стадии технологических процессов их производства. Эпоксидные полимеры. Характеристика полиэпоксидных полимеров. Механизм отверждения эпоксиолигомеров. Модификация эпоксидов другими олигомерами и полимерами.

Полиамиды. Характеристика полиамидов. Поликапроамид (полиамид-6). Исходное сырье. Технические методы получения капролактама. Фурановые полимеры. Характеристика этого класса полимеров. Исходное сырье для получения фурановых полимеров. Производство олигомеров на основе фурфурола. Свойства фурановых олигомеров и полимеров. Методы их отверждения. Элементоорганические и неорганические полимеры. Полиуретаны. Пластические массы - многокомпонентные системы. Гранулирование, таблетирование, подбор необходимого гранулометрического состава. Уплотнение порошков. Основные технологические свойства сырья. Влияние свойств сырья на технологию формования изделий.

Приготовление паст и суспензий. Требования, предъявляемые к пастам, суспензиям. Изготовление изделий из полимерных композиционных материалов с волокнистым наполнителем диафрагмой. Натуральные каучуки. Физические и технологические свойства. Вулканизация. Свойства вулканизатов.

Синтетические каучуки специального назначения. Технический углерод.

1.4 Технология глубокой переработки углеводородного сырья

Виды твердых горючих ископаемых (ТГИ). Торфы, бурый и каменный угли, антрациты, сапропелитовые угли, сланцы. Их элементарный состав, содержание влаги, зольность, выход летучих веществ, теплопроводимость ТГИ. Торфяная, буроугольная и каменноугольная стадии углеобразования. Состав растений углеобразователей. Изучение структуры угля. Классификация углей. Битумоиды, гуминовые кислоты торфов и углей.

Группы углеводородов, содержащихся в разных видах углеводородного сырья. Общая характеристика и свойства углеводородов, методы их определения. Углеводороды гибридного и смешанного строения.

Гетероатомные соединения нефтей. Кислородсодержащие соединения нефти. Серосодержащие соединения нефти и газа. Качественные и количественные определения общего содержания серы. Азотистые соединения нефти. Разновидности азотистых соединений, их краткая характеристика. Качественные и количественные определения азота в нефти и нефтепродуктах. Гетеросоединения органической массы твердых горючих ископаемых, их классификация. Методы исследования и характеристика групп смолистых веществ. содержание в нефти и нефтепродуктах.

Минеральные компоненты нефти. Минеральные соли и соли органических кислот, феноляты, металлокомплексные соединения нефти, микроэлементы, обнаруженные в нефтях. Вода в нефти. Методы качественного определения минеральных компонентов нефти.

Классификация и товарные характеристики нефтей и нефтепродуктов. Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов: плотность, молекулярная масса, давление насыщенных паров, вязкость, тепловые свойства, температура вспышки, воспламенения, самовоспламенения.

Методы и последовательность подготовки нефти и газа к переработке. Классификация процессов переработки нефти, газовых конденсатов и газов. Обессоливание и обезвоживание нефтей. Первичная переработка нефти.

Современные промышленные установки первичной перегонки нефти и мазутов. Установки АТ, ВТ и АВТ. Комбинированные установки по первичной переработке нефти ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ. Приготовление товарных нефтепродуктов компаундированием, оптимизация их состава и качества. Разбор поточной схемы переработки нефти по топливным вариантам.

Общая характеристика вторичных процессов переработки нефтяного сырья. Особенности технологий деструктивной переработки нефтяного сырья. Теоретические основы термических процессов переработки нефтяного сырья. Термодинамика и кинетика термических процессов. Химизм и механизм термических процессов. Основные факторы термических процессов и свойства продуктов. Термический крекинг под давлением. Висбрекинг. Деструктивная вакуумная перегонка. Коксование тяжелого нефтяного сырья. Промышленные установки коксования (периодическое, полунепрерывное, непрерывное коксование). Пиролиз нефтяного сырья: основные факторы и промышленное оформление процесса.

Каталитические процессы. Каталитический крекинг: катализаторы и механизм, основные факторы процесса. Промышленные установки каталитического крекинга. Каталитический риформинг: катализаторы и механизм, основные факторы процесса. Аппаратура и оборудование. установок каталитического риформинга. Каталитическая изомеризация, основы технологии, продукты.

Гидрогенизационные процессы. Катализаторы, механизм и основные факторы гидрогенизационных процессов. Гидроочистка дистиллятов: катализаторы и основные факторы процесса. Промышленные установки гидроочистки дистиллятного и остаточного сырья. Гидрокрекинг различных видов сырья.

Каталитическое алкилирование изобутана олефинами: основные факторы и промышленное оформление процесса. Полимеризация алкенов.

Переработка заводских углеводородных газов, промышленные установки. Технологические схемы процессов переработки газов (ГФУ, АГФУ и др).

Укрупненные и комбинированные установки НПЗ. Поточные схемы переработки нефти по топливному варианту. Поточные схемы переработки нефти по комплексному варианту. Перспективные процессы получения автомобильных и авиационных бензинов.

Очистка и производство товарных нефтепродуктов. Классификация топлив и масел. Товарные нефтепродукты и основные требования, предъявляемые к ним. Влияние состава и структуры углеводородов и их смесей на показатели качества нефтепродуктов.

Теоретические основы процессов очистки и извлечения компонентов нефтяного сырья при помощи избирательных растворителей.

Назначение и сущность процесса деасфальтизации с применением пропана, бутана и бензина (процесс Добен). Факторы, определяющие глубину извлечения компонентов и качество полученных продуктов. Типовые промышленные схемы.

Депарафинизация топливных и масляных фракций. Депарафинизация карбамидом. Назначение процесса и его теоретические основы. Структуры, пригодные для комплексообразования с мочевиной. Технологические схемы и материальный баланс процесса депарафинизации карбамидом.

Депарафинизация масляных фракций с применением растворителей. Кристаллизация твердых углеводородов, как процесс, определяющий эффективность депарафинизации. Принципиальная технологическая схема процесса депарафинизации. Типовые схемы укрупненных и комбинированных установок. Основная аппаратура, материальный баланс.

Адсорбционная очистка и улучшение свойств нефтепродуктов путем добавления присадок. Промышленные способы очистки топлив и масел адсорбентами. Адсорбенты и их характеристика. Параметры определяющие эффективность очистки, типовые схемы, материальные балансы.

Классификация присадок, области их применения, ассортимент. Механизм действия и эффективность основных групп присадок.

Пластичные смазки. Классификация смазок по составу и назначению. Характеристика сырья для производства смазок. Принципиальные схемы процессов.

Битумы, их групповой химический состав и свойства. Классификация и ассортимент битумов. Сырье и способы получения битумов. Периодический и непрерывный процесс получения битумов.

Научные основы процессов образования технического углерода. Классификация и применение технического углерода. Основное оборудование и аппаратура. Режим работы. Материальные балансы.

Руководитель ЦПО



Естекова Г.Б.